

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

⑩ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開  
 ⑫ 公開特許公報 (A) 平2-170279

⑬ Int. Cl. 3

G 06 F 15/62  
 G 01 B 11/24  
 G 01 N 21/88  
 H 01 L 21/66

識別記号 405 A 8419-5B  
 F 8304-2F  
 E 2107-2G  
 J 7376-5F

⑭ 公開 平成2年(1990)7月2日

審査請求 未請求 請求項の数 31 (全20頁)

⑮ 発明の名称 被検査対象パターンの欠陥検出方法及びその装置

⑯ 特願 昭63-323276

⑰ 出願 昭63(1988)12月23日

⑱ 発明者 前田 俊二 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発明者 鎌田 仁志 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑳ 出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 論 著

1. 発明の名称

被検査対象パターンの欠陥検出方法及びその装置

2. 特許請求の範囲

1. 被検査対象パターンの多重焦点画像を撮像手段により撮像し、この撮像された多重焦点画像信号と基準パターンの信号とを比較して上記被検査対象パターンに存在する欠陥を検出することを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出方法。

2. 上記欠陥として少なくとも異物であることを特徴とする請求項1記載の被検査対象パターンの欠陥検出方法。

3. 上記欠陥として少なくとも変色欠陥であることを特徴とする請求項1記載の被検査対象パターンの欠陥検出方法。

4. 上記欠陥として少なくとも形状欠陥であることを特徴とする請求項1記載の被検査対象パターンの欠陥検出方法。

5. 被検査対象パターンの多重焦点画像を撮像手段により撮像し、この撮像された多重焦点画像信号に基いて上記被検査対象パターンに存在する欠陥の種類を検出することを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出方法。

6. 上記欠陥の種類として、異物、変色欠陥、形状欠陥の内、少なくともこれらの任意の組合せであることを特徴とする請求項5記載の被検査対象パターンの欠陥検出方法。

7. 被検査対象パターンの多重焦点画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの多重焦点画像について撮像手段により撮像し、各々撮像された多重焦点画像信号を比較して上記被検査対象パターンに存在する欠陥とその種類を検出することを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出方法。

8. 上記欠陥の種類として、異物、変色欠陥、形状欠陥の内、少なくともこれらの任意の組合せであることを特徴とする請求項7記載の被検査対象パターンの欠陥検出方法。

9. 被検査対象パターンの多重焦点画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの多重焦点画像とについて撮像手段により撮像し、上記各々撮像された多重焦点画像信号の内、何れかの画像信号を比較して不一致により欠陥を検出し、撮像された各々の多重焦点画像信号同志を比較して得られる差画像信号から上記検出された欠陥を異物として検出し、何れかの画像信号について微分処理を施して得られる微分信号同志を比較して得られる差画像信号から上記検出された欠陥を変色欠陥として検出することを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出方法。

10. 上記検出された欠陥の内、異物あるいは変色欠陥として検出されないものを形状欠陥として検出することを特徴とする請求項9記載の被検査対象パターンの欠陥検出方法。

11. 被検査対象パターンの多重焦点画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの多重焦点画像とについて撮像手段

を特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出方法。

12. 被検査対象パターンの多重焦点画像を撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された多重焦点画像信号と基準パターンの信号とを比較して上記被検査対象パターンに存在する欠陥を検出する欠陥検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置。

13. 上記欠陥検出手段は、欠陥として少なくとも異物を検出するように構成したことを特徴とする請求項12記載の被検査対象パターンの欠陥検出装置。

14. 上記欠陥検出手段は、欠陥として少なくとも変色欠陥を検出するように構成したことを特徴とする請求項13記載の被検査対象パターンの欠陥検出装置。

15. 上記欠陥検出手段は、欠陥として少なくとも形状欠陥を検出するように構成したことを特徴とする請求項13記載の被検査対象パターンの欠陥検出装置。

16. 上記欠陥検出手段は、欠陥として少なくとも形状欠陥を検出するように構成したことを特徴とする請求項13記載の被検査対象パターンの欠陥検出装置。

により撮像し、撮像された各々の多重焦点画像信号の内、何れかの画像信号を比較して不一致により欠陥を検出し、上記各々撮像された多重焦点画像信号同志を比較して得られる差画像信号から上記検出された欠陥を異物として検出し、被検査対象パターンの光学的に微分処理された微分画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの光学的に微分処理された微分画像とについて撮像手段により撮像して得られる微分信号同志を比較して得られる差画像信号から上記検出された欠陥を変色欠陥として検出することを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出方法。

17. 異物と、変色欠陥ないしは形状欠陥とを検査する装置を用いて、被検査パターンが製造装置により処理される前後で検査を行って、欠陥が上記被検査パターンの同じ箇所に検出された時に、上記処理前に異物として検出された欠陥が上記処理後に形状欠陥あるいは変色欠陥として検出されたものを致命的な欠陥として検出すること

18. 被検査対象パターンの多重焦点画像を撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された多重焦点画像信号に基いて上記被検査対象パターンに存在する欠陥の種類を検出する欠陥の種類検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置。

19. 上記欠陥の種類検出手段は、欠陥の種類として、異物、変色欠陥、形状欠陥の内、少なくともこれらの任意の組合せについて検出するよう構成したことを特徴とする請求項17記載の被検査対象パターンの欠陥検出装置。

20. 被検査対象パターンの多重焦点画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの多重焦点画像とについて撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された各々の多重焦点画像信号同志を比較して上記被検査対象パターンに存在する欠陥とその種類を検出する検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置。

21. 上記検出手段は、欠陥の種類として、異物、

変色欠陥、形状欠陥の内、少なくともこれらの任意の組合せについて検出するように構成したことを特徴とする請求項19記載の被検査対象パターンの欠陥検出装置。

21. 被検査対象パターンの多重焦点画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの多重焦点画像について撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された各々の多重焦点画像信号の内、何れかの画像信号を比較して不一致により欠陥を検出する欠陥検出手段と、上記撮像された各々の多重焦点画像信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を異物として検出する異物検出手段と、上記何れかの画像信号について微分処理を施して得られる微分信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を変色欠陥として検出する変色欠陥検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置。

22. 更に、上記欠陥検出手段により検出された欠

陥により欠陥を異物として検出する手段を有することを特徴とする請求項21記載の被検査対象パターンの欠陥検出装置。

23. 上記変色欠陥検出手段は、上記多重焦点に応じた差画像信号の最大値を検出し、それらの大小関係により欠陥を変色欠陥として検出する手段を有することを特徴とする請求項21記載の被検査対象パターンの欠陥検出装置。

24. 上記欠陥検出手段によって欠陥と検出されたとき、その位置を記憶する記憶手段と、該記憶手段により記憶した位置における上記撮像手段によって撮像された画像信号を上記異物検出手段及び変色欠陥検出手段が取り込み、上記異物検出手段に欠陥を異物として検出させ、上記変色欠陥検出手段に欠陥を変色欠陥として検出させるように制御手段を備えた構成としたことを特徴とする請求項21記載の被検査対象パターンの欠陥検出装置。

25. 被検査対象パターンの画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターン

内の内、異物あるいは変色欠陥として検出されないものを形状欠陥として検出する形状欠陥検出手段を備えたことを特徴とする請求項21記載の被検査対象パターンの欠陥検出装置。

26. 上記検像手段と上記欠陥検出手段、異物検出手段及び変色欠陥検出手段との間に、上記検像手段により撮像された各々の画像信号を記憶する記憶手段を備えたことを特徴とする請求項21記載の被検査対象パターンの欠陥検出装置。

27. 上記欠陥検出手段によって欠陥と検出されたとき、その位置における上記検像手段によって撮像された画像信号を上記異物検出手段及び変色欠陥検出手段が取り込み、上記異物検出手段に欠陥を異物として検出させ、上記変色欠陥検出手段に欠陥を変色欠陥として検出させるように制御手段を備えた構成としたことを特徴とする請求項21記載の被検査対象パターンの欠陥検出装置。

28. 上記異物検出手段は、上記多重焦点に応じた差画像信号の最大値を検出し、それらの大小

の画像について撮像する第1の撮像手段と、該第1の撮像手段により撮像された画像信号を比較して不一致により欠陥を検出する欠陥検出手段と、上記被検査対象パターンの多重焦点画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの多重焦点画像について撮像する第2の撮像手段と、該第2の撮像手段により撮像された各々の多重焦点画像信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を異物として検出する異物検出手段と、上記何れかの画像信号について微分処理を施して得られる微分信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を変色欠陥として検出する変色欠陥検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置。

29. 被検査対象パターンの多重焦点画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの多重焦点画像について撮像し、更に被検査対象パターンの光学的に微分処理さ

れた微分画とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの光学的に微分処理された微分画像とについて撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された各々の多重焦点画像信号の内、何れかの画像信号を比較して不一致により欠陥を検出する欠陥検出手段と、上記撮像された各々の多重焦点画像信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を異物として検出する異物検出手段と、上記撮像手段により撮像して得られる微分信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を変色欠陥として検出する変色欠陥検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置。

50. 被検査対象パターンの画像を撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された画像信号と基準パターン信号を比較して不一致により欠陥を検出する欠陥検出手段と、上記撮像された画像信号について上記欠陥検出手段で検出された

段と、該撮像手段により撮像された明視野画像信号を比較して不一致により欠陥を検出する欠陥検出手段と、上記撮像された明視野画像信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を形状欠陥或いは異物として検出する形状欠陥或いは異物検出手段と、上記撮像手段により撮像して得られる暗視野画像信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を変色欠陥として検出する変色欠陥検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は、LSIウェハ等の被検査対象パターンについて、異物、変色欠陥、形状欠陥等の欠陥を検出する被検査対象パターンの欠陥検出方法及びその装置に関する。

#### 〔従来の技術〕

従来の外観検査装置としては、例えば信学技報

欠陥を異物として検出する異物検出手段と、上記画像信号に基いて上記欠陥検出手段で検出された欠陥を形状欠陥或いは変色欠陥として検出する形状欠陥或いは変色欠陥検出手段と、上記欠陥検出手段により検出された欠陥の被検査対象パターン上の位置に対応させて上記異物検出手段から検出される異物の情報と上記形状欠陥或いは変色欠陥検出手段により検出される形状欠陥或いは変色欠陥の情報を記憶する記憶手段と、該記憶手段から被検査対象パターン上の同じ位置における異物の情報と形状欠陥或いは変色欠陥の情報を読み出して比較する比較手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置。

51. 被検査対象パターンの明視野画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの明視野画像について撮像し、更に被検査対象パターンの暗視野画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの暗視野画像について撮像する撮像手

VOL.87, A 152 (1987) 第51頁から第58頁に記載されたものが知られている。即ち第25図において、ランプ2で照明したウェハ1上の回路パターンを対物レンズ3を介してイメージセンサ4で拡大検出し、回路パターンの映像を得る。欠陥判定回路6において、検出した映像を画像メモリ5に記憶してある一つ前のチャップ7a(隣接チャップ)の画像と比較し、欠陥判定を行う。検出した画像は、同時に画像メモリ5に格納し(記憶画像)、次のチャップ7bの比較検査に用いる。

第24図に欠陥判定の1例を示す。位直合せ回路6aにおいて、検出画像と記憶画像を位直合せをし、差画像検出回路6bにより位直合せされた検出画像と記憶画像の差画像を検出する。これを2値化回路6cにより2値化することにより、欠陥を検出する。上記構成により検出画像に存在する欠け8dが検出される。

また、この種の装置として開発するものに例えばエス・ピー・アイ・イー、オプティカル・マイクロリソグラフィーI(1987年)第248頁から第

255頁〔SPIE Vol. 772 Optical Micro-lithography V I (1987) pp248 - 255〕等が挙げられる。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術は、対応するパターンの不一致を欠陥として検出するものであり、従って検出した欠陥を他の誤検出手段、例えば光学顕微鏡やSEMにより誤検出しなければ、形状欠陥、変色、異物といった欠陥の種類を識別することはできないという課題があった。

本発明の主たる目的は、LSIウエハ等の被検査パターンについて、異物、変色欠陥、形状欠陥等の欠陥を自動的に検出できるようにした被検査パターンの欠陥検出方法及びその装置を提供することにある。

また本発明の目的は、LSIウエハ等の被検査パターンについて、致命的な欠陥と致命的でない欠陥とに識別できるようにした被検査パターンの欠陥検出方法及びその装置を提供することにある〔課題を解決するための手段〕

在する欠陥とその種類を検出する検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置及びその方法である。

また本発明は、主たる目的を達成するために被検査対象パターンの多重焦点画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの多重焦点画像とについて撮像する撮像手段と該撮像手段により撮像された各々の多重焦点画像信号の内、何れかの画像信号を比較して不一致により欠陥を検出する欠陥検出手段と、上記撮像された各々の多重焦点画像信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を異物として検出する異物検出手段と、上記何れかの画像信号について微分処理を施して得られる微分信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を変色欠陥として検出する変色欠陥検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置及びその方法である。

また本発明は、主たる目的を達成するために、

本発明は、上記主たる目的を達成するために被検査対象パターンの多重焦点画像を撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された多重焦点画像信号と基準パターンの信号とを比較して上記被検査対象パターンに存在する欠陥を検出する欠陥検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置及びその方法である。

また本発明は、主たる目的を達成するために被検査対象パターンの多重焦点画像を撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された多重焦点画像信号において上記被検査対象パターンに存在する欠陥の種類を検出する欠陥の種類検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置及びその方法である。

また本発明は、主たる目的を達成するために被検査対象パターンの多重焦点画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの多重焦点画像とについて撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された各々の多重焦点画像信号同志を比較して上記被検査対象パターンに存

在する欠陥とその種類を検出する検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの画像とについて撮像する第1の撮像手段と、該第1の撮像手段により撮像された画像信号を比較して不一致により欠陥を検出する欠陥検出手段と、上記被検査対象パターンの多重焦点画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの多重焦点画像とについて撮像する第2の撮像手段と、該第2の撮像手段により撮像された各々の多重焦点画像信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を異物として検出する異物検出手段と、上記何れかの画像信号について微分処理を施して得られる微分信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を変色欠陥として検出する変色欠陥検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置及びその方法である。

また本発明は、主たる目的を達成するために、被検査対象パターンの多重焦点画像とこの被検査

対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの多重焦点画像とについて撮像し、更に被検査対象パターンの光学的に微分処理された微分画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの光学的に微分処理された微分画像とについて撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された各々の多重焦点画像信号の内、何れかの画像信号を比較して不一致により欠陥を検出する欠陥検出手段と、上記撮像された各々の多重焦点画像信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を異物として検出する異物検出手段と、上記撮像手段により撮像して得られる微分信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を変色欠陥として検出する変色欠陥検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置及びその方法である。

また本発明は、第2の目的を達成するために、被検査対象パターンの画像を撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された画像信号と基準パ

ターンの暗視野画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの暗視野画像とについて撮像する撮像手段と、該撮像手段により撮像された明視野画像信号を比較して不一致により欠陥を検出する欠陥検出手段と、上記撮像された明視野画像信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を形状欠陥或いは異物として検出する形状欠陥或いは異物検出手段と、上記撮像手段により撮像して得られる暗視野画像信号同志を比較して得られる差画像信号から上記欠陥検出手段で検出された欠陥を変色欠陥として検出する変色欠陥検出手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置及びその方法である。

即ち本発明は下記の技術手段を組合せたものである。被検査パターン検査装置において

- (1) 検出した欠陥部及び対応する良品部にウエハを移動し、ウエハを上下( Z 方向)する手段、及び各 Z 位置において回路パターンの画像を検出する手段、及び検出した画像を記憶する手段

ーン信号を比較して不一致により欠陥を検出する欠陥検出手段と、上記撮像された画像信号に基いて上記欠陥検出手段で検出された欠陥を異物として検出する異物検出手段と、上記画像信号に基いて上記欠陥検出手段で検出された欠陥を形状欠陥或いは変色欠陥として検出する形状欠陥或いは変色欠陥検出手段と、上記欠陥検出手段により検出された欠陥の被検査対象パターン上の位置に対応させて上記異物検出手段から検出される異物の情報と上記形状欠陥或いは変色欠陥検出手段により検出される形状欠陥或いは変色欠陥の情報を記憶する記憶手段と、該記憶手段から被検査対象パターン上の同じ位置における異物の情報と形状欠陥或いは変色欠陥の情報を読み出して比較する比較手段とを備えたことを特徴とする被検査対象パターンの欠陥検出装置及びその方法である。

また本発明は主たる目的を達成するために、被検査対象パターンの明視野画像とこの被検査対象パターンと同一の欠陥のない良品の基準パターンの明視野画像とについて撮像し、更に被検査対象

により多重焦点画像( 暗視野画像 ) を検出し、これらを比較する。

- (2) 各 Z 位置において、欠陥部と良品部の暗視野画像の比較を行い、差画像における Z 方向の濃淡変化する検出手段により、異物を判定する。
- (3) 合焦点において、検出した欠陥部を良品部の暗視野画像を空間微分した後、比較を行い、微分の次数による差画像の濃淡変化を検出手段により、変色を判定する。
- (4) 欠陥を上記手段により、異物、変色の順に判定し、それ以外を形状欠陥と判定する。

#### (作用)

多重焦点画像検出は、第11図に示すようにウエハ1等の回路パターン( 被検査パターン ) 11に対し、合焦点位置 Z<sub>0</sub>から Z 方向の上下に離れた複数の点… Z<sub>1</sub>、 Z<sub>2</sub>、 …、 Z<sub>-1</sub>…について、画像を検出する。従って、 Z<sub>0</sub>で検出した画像は、回路パターン( 被検査パターン ) 11に焦点が合っており、 Z<sub>1</sub>或いは Z<sub>-1</sub>、 Z<sub>2</sub>では焦点が合わないと、回路パターン11の像はぼける。一方、良品10は、回路パタ

ーン11上に付着した塵埃、ごみ等であるため、 $Z_0$ だけでなく $Z_1$ あたりまで焦点が合い、異物の像は鮮明である。この違いに着目する。即ち、第12図に示すように、横軸に合焦点のZ位置、縦軸に欠陥部と良品部の差画像の強度値をとると、異物は形状欠陥、変色と明らかに異なる波形形状になり、これにより異物を判別できる。

一方、合焦点 $Z_0$ で検出した差画像を空間微分すると変色は直流成分が多くを占めるため、微分画像の差画像はその強度値が形状欠陥、異物に比べ小さくなる。従って、第13図に示すように、横軸に微分の次数、即ち1次微分、2次微分(0次は微分せず)、縦軸に差画像をとると、変色は形状欠陥、異物と異なる波形形状になり、これにより変色を判別できる。

上記波形形状の解析により判別された異物、変色以外は、回路パターンの形状に不良があると考えられ、形状欠陥と判別される。

また、製造装置等により被検査パターンが処理される前後に検査を行い、欠陥が同じ箇所に認識

し、第2図に示すように、ウェハ上のチップ7内部の位置7dの回路パターンを検出し、これを画像メモリ15aに記憶した隣のチップの対応する位置7cの回路パターンと比較することにより、欠陥を検出する。

まず、第1図の位置合せ回路16で、第3図に図示するような検出画像(a)、記憶画像(b)を位置合せし(第5図(c))、第1図の差画像検出回路17により位置合せされた検出画像と記憶画像の差画像を検出する(第5図の差画像(d))。この差画像(d)を第1図の2値化回路18により2値化することにより、第5図の2値画像(e)を得る。これにより、検出画像(a)に存在するパターンの断線8bを欠陥として検出する。位置7dの回路パターンを検出して得た画像は、新たに画像メモリ15aに記憶され、次のチップの位置7cの検査に用いられる。

第2図において、欠陥が7dの位置にある場合、7cと7dの比較においても、7dと7cの比較においても、欠陥が検出されるので、それぞれの2チ

されたときに、上記処理前では異物と検出され、処理後で形状欠陥或いは変色欠陥と検出されたとき、その欠陥を致命的な欠陥(致命性欠陥)として識別(分類)し、この致命的な欠陥については除去する処置を施すか或いは戻して、信頼性のIC、LSI等を製造しうるようにしてることにある。

#### 【実施例】

以下、本発明の一実施例を第1図により説明する。X:ランプ12で照明したウェハ1上の回路パターンを対物レンズ5を介してTドカメラ15で拡大検出する。Tドカメラの出力はA/D変換器14によりデジタル信号に変換される。光電変換器としては、Tドカメラ、リニアイメージセンサ等いかなるものでも使用可能であるが、リニアイメージセンサの場合は、センサの自己走査及びそれと直角方向に移動するxyテーブルによりウェハの2次元パターンを検出する。検出した差画像は、画像メモリ15aに記憶されている一つ前のチップの画像と比較され、欠陥判定が行われる。即

々比較結果を照合すれば、どのチップに欠陥があったかを特定することができる。第1図のCPJ51により、この照合が行われる。

2値化回路18からの信号により、位置7dに欠陥があると判定された場合、ウェハを上下に移動するZ制御回路19によりウェハを移動し、各Z位置で欠陥部7dの画像を検出して、画像を画像メモリ15aに記憶する。ウェハのxy方向の移動はxy制御回路20により行い、欠陥部に対応する良品部例えば位置7cにウェハを移動し、欠陥部7dと同様に各Z位置で良品部の画像を検出して、画像を画像メモリ15bに記憶する。位置合せ回路21aでは画像メモリ15aに記憶された $Z = Z_1$ での欠陥部の画像と画像メモリ15bに記憶された $Z = Z_1$ での良品部の画像を位置合せする。差画像検出回路22aでは、位置合せされた画像の差画像を検出し、最大値検出回路23aにより差画像の欠陥部の強度値が検出される。

第4図に、この様子を示す。欠陥部の画像(a)と良品部の画像(b)は、位置合せされ、差画像(c)

か得られる。最大値検出回路 25a により、差画像 (c) における濃淡の最大値が検出される。欠陥部は、良品部との濃淡差が大きいので、上記最大値検出回路 25a により、欠陥部の、良品部との濃淡差を検出することができる。

同様に、画像メモリ 15a, 15b に記憶された各  $Z_1 \sim Z_n$  位置での欠陥部と良品部の画像を位置合せ回路 21a ~ 21n で位置合せし、差画像検出回路 22a ~ 22n で差画像を検出し、最大値検出回路 23a ~ 23n で差画像の欠陥部の濃淡値が検出される。画像メモリ 15a, 15b には、例えば  $1024 \times 1024$  画素の濃淡画像を、それぞれ 8 枚分記憶する。

なお、画像メモリ 15a は、上記多重焦点画像記憶用以外に、通常の欠陥判定用に、濃淡画像 1 枚分を記憶できる容量をもつ。これにより、後述する、欠陥判定と欠陥分類を交互に行うシーケンスを実現することができる。

また、 $Z = Z_0$  での欠陥部の画像と良品部の画像を位置合せ回路 24 で位置合せし、1 次微分回路

欠陥部と良品部の画像の位置合せは、位置合せ回路 1a, 21a ~ 21n, 24 で行われるが、これは例えば信学技報 Vol. 87, № 152 (1987) 第 51 頁から第 58 頁に記憶されている方法で実現できる。位置合せされた 7 枚の画像の差画像を検出した後、その濃淡値を検出すると、欠陥が良物の場合には第 16 図に示すように合焦点  $Z_0$  より上側の  $Z_1, Z_2$  でも比較的大きな濃淡値をもち、従って欠陥分類回路 50 において例えば第 5 図に示すフローに従って、容易に良物かどうかの判定ができる。

画像の減分は、減分回路 25 で行われるが、例えば 2 次微分は第 6 図に示すように、4 種のエッジオペレータ (1-2-1) を画像に施し、それらの最大値を検出することにより実現できる。

第 7 図に、2 次微分回路 25b の具体構成を示す。第 7 図 (a) において、位置合せ回路 24 からの、例えば 8 bit のデジタル画像信号を 8 段のシフトレジスタ 250 で受け、初段及び第 3 段の出力は加算器 251 に、第 2 段の出力はグイン 2 の増幅器 252 にそれぞれ供給される。加算器 251 の出力及

252 の出力は、減算器 255 に加えられる。シフトレジスタ 250, 加算器 251, 増幅器 252 及び減算器 255 で、"1, -2, 1" なるオペレータが構成されている。

これらの検出値を全て欠陥分類回路 50 に入力する。欠陥分類回路 50 では、第 15 図及び第 17 図に述べて第 5 図に示すように欠陥の種類の判別を行う。これらはソフトウェアにより実現される。

次に動作を説明する。

対物レンズ 5 は、その  $N_A$  が例えば 0.6 ~ 0.95 といった大きな値をもつものとし、解像度は高く、焦点深度は浅いものを選ぶ。欠陥が検出されると、この焦点深度の浅い対物レンズを利用して、ウェーハを上下に例えば  $0.2 \mu\text{m}$  きざみで移動させ、ある平面内にだけ焦点の合った画像を検出する。 $\pm 0.6 \mu\text{m}$  の範囲で画像を検出すると、7 枚の画像が検出される。

び増幅器 252 の出力は、減算器 255 に加えられる。シフトレジスタ 250, 加算器 251, 増幅器 252 及び減算器 255 で、"1, -2, 1" なるオペレータが構成されている。

第 7 図 (b) は、縦、横、斜めの 8 方向で微分するための回路で、位置合せ回路 24 の出力を  $5 \times 5$  切出し回路 254 に加え、縦、横、斜めの 3 画素を選択して 4 つのオペレータ  $\bar{O}P_1 \sim \bar{O}P_4$  に加え、画像信号を微分する。各オペレータは、第 7 図 (a) に示したものと同一でよい。4 つのオペレータ出力は、最大値検出回路 255 に加えられ、これらのうちから最大値が検出される。

微分した後、差画像を検出すると、その濃淡値は第 17 図に示すような波形となり、欠陥が欠色の場合には濃淡値が小さくなるので、欠陥分類回路 50 により第 5 図に示すフローに従って容易に欠色かどうかの判定ができる。

第 18 図に、処理のフローを示す。横軸は時間を示している。同図において画像検出、欠陥判定を繰返し行い、検査が行われる。画像検出は、第 1

図に示す T ド カメラ 13, A/D 変換器 14, 画像メモリ 15a により行い、欠陥判定は、位置合せ回路 16, 差画像検出回路 17, 2 値化回路 18, 及び欠陥位置の特定を行う CPU 51 により行われる。欠陥が検出された場合、上記検査を中断し、欠陥部及び対応する良品部の多焦点画像を検出する。この画像検出は T ド カメラ, A/D 変換器 14, 画像メモリ 15a, 15b を用いて行われる。次に、これらの画像の差画像、最大値検出を行う。これらは、位置合せ回路 21a, …, 21n, 24, 差画像検出回路 22a, …, 22n, 26a, 26b, 像分回路 25a, 25b, 最大値検出回路 25c, …, 25n, 27a, 27b により実現される。各 Z 位置での最大値及び像分画像の差画像の最大値がすべて検出されると、欠陥分類が行われ、欠陥分類回路 50 により異物、変色、形状欠陥に分類される。そして、再び画像検出、欠陥判定が、欠陥が検出されるまで繰り返し行われる。

このようにウエハ上の被検査対象パターン上に存在する欠陥を第 22 図に示す。即ち、検出対象欠

全体構成を第 9 図に示す。同図において、合焦点の画像は、カメラ 13a によって得られ、A/D 変換器 14a を経た後、欠陥判定に用いるべく、画像メモリ 15a, 及び位置合せ回路 16 に入力される。欠陥分類時は、カメラ 13a ~ 13b によって得られる全ての画像が、画像メモリ 15a, 15b に同時に入力される。従って、画像メモリは、2 枚の画像を同時に write 可能であるものとする。ただし、read は画像を 1 枚ずつ読み出せれば良い。

変色については別の構成により判別することもでき、第 1 図では変色を判別するため画像を減分したが、画像認識論（コロナ社）17 頁, 18 頁に記載されているように、画像をフーリエ変換し、これにフィルタをかけた後逆フーリエ変換することにより、回路パターンのエッジを強調することもできる。これを用いて、欠陥部と良品部の差画像を検出し、誤検査の大小により変色欠陥を判別することが可能である。

また、光学的手段により変色欠陥を判別することも可能である。第 10 図において、暗視野照明系

は、回路パターンのふくれ 8a, 断面 8b, レート 8c, 欠け 8d などの形状欠陥 8, 変色欠陥 9 及び異物 10 である。

本実施例では、欠陥を検出しては分類するという検査シーケンスを説明したが、第 19 図に示すように例えば 1 枚のウエハについて欠陥を全て検出して、欠陥の位置座標を CPU 51 にすべて記憶しておき、これに基づいて検査後順次欠陥を呼び出して欠陥分類を行っても良い。

また、欠陥検出と欠陥分類を第 21 図に示すように別の光学系で行い、欠陥検出は低倍で高速に、欠陥分類は高倍で正確に行うことも可能である。また、照明はいかなる構成のものであっても適用可能である。

第 8 図に多焦点画像検出の別の実施例を示す。Z 制御回路 19 によりウエハ 1 を上下移動する代わりに、複数の T ド カメラ 13a, 13b … を用意し、これを少しずつ光路上離して設置することにより、合焦点が Z1, …, Zn … の複数の画像を同時に得ることも可能である。

としてランプ 32, コンデンサレンズ 33, 暗視野照明用放長遮定のための狭帯域フィルタ 34 ( 放長  $\lambda_1$  ), リング状開口スリット 35, リング状ミラー 36, 放物凹面鏡 37, また明視野照明系としてランプ 38, コンデンサレンズ 39, 放長遮定フィルタ 40 ( 放長  $\lambda_2$  ), 円形開口スリット 41, ハーフミラー 42, 対物レンズ 43, 放長分離ミラー 44, 及び暗視野像検出用 T ド カメラ 45, 明視野像検出用 T ド カメラ 46 により構成された画像検出系において、暗視野照明はフィルタ 34 により放長  $\lambda_1$  に遮定され、放物凹面鏡 37 によりパターン上に周囲斜め方向から照明される。明視野照明はフィルタ 40 により放長  $\lambda_2$  に遮定され、上方から照明される。欠陥部の暗視野画像と良品部の暗視野画像を検出し、これを第 11 図に示す位置合せ回路 24a で位置合せし、差画像検出回路 26a で差画像を検出する。

同様に、欠陥部の明視野画像と良品部の明視野画像を検出し、これを位置合せ回路 24b で位置合せし、差画像検出回路 26b で差画像を検出する。

最大値検出回路 27a, 27b でこれらの差画像の誤差値を検出すると、第12図に示すように、欠陥が変色の場合は形状欠陥、異物に比べ、暗視野照明時の誤差値が小さくなり、欠陥分類回路30において容易に変色が判別できる。なお、同図において、位置合せ回路16、差画像検出回路17、2値化回路18は通常の欠陥判定用のものである。

また、別の実施例として、上記暗視野画像の検出の代りに第15図に示す構成要素を用いてもよい。

第15図において、S偏光レーザ47a, 47bにより、S偏光レーザ光をウェハ1上に角度 $\alpha$ で照射する。 $\alpha$ は約1度である。ここで照射レーザ光とウェハ法線のなす面に、垂直に振動する偏光をS偏光、平行に振動する偏光をP偏光と呼ぶ。このとき、ウェハ上の回路パターンのうち低波数のものは、その散乱光は偏光方向が変化せず、実線で示すS偏光のまま対物レンズ48のはうに進むが、異物或いは高波数の回路パターンに当ったレーザ光は偏光方向が変化するため、点線で示すP偏光成分を多く含んでいる。そこで、対物レンズ48の

鏡筒により、ウェハを退避し、各装置間に検査及び欠陥分類を行う。欠陥の座標をチェックすることにより、欠陥が各装置を経てどのように発生するかが調べられる。例えば、装置Bによる処理を経たウェハを検査し、検出した欠陥は、前装置Aからの持込み欠陥と装置B内で発生した欠陥からなり、装置Aによる処理を経た時に検査して得た欠陥データと照合すれば、装置B内で発生した欠陥か前装置からの持込み欠陥かどうかがわかる。ここで、前装置Aからの持込み欠陥のうち、異物については装置Bで形状欠陥或いは変色を引き起こさないものもあり、致命的な異物の付着したパターンは必ず次以降の装置で形状欠陥或いは変色となるが、致命的でない異物の付着したパターンは以降の装置を経ても形状欠陥等にならず、良品である。従って、本構成をもつ外観検査装置により異物と分類された欠陥について、その座標を記憶しておく、そのウェハが次の装置を経た後に、再度欠陥検出、分類を行うことにより、異物の致命性を判定することが可能になる。これにより、

後方にS偏光を遮断する偏光板49を設け、これを通過した光を光電素子50で検出することにより、異物及び高波数の回路パターンエッジからの散乱光を検出する。この散乱光信号をA/D変換器14によりデジタル信号に変換する。検出した信号を、画像メモリ15aに記憶されている一つ前のチップの信号と比較する。即ち、位置合せ回路24aでこれらの信号を位置合せし、差信号検出回路26aで差信号を検出する。高波数の回路パターンエッジからの散乱光信号は2つの信号に共通に含まれるので、差信号には異物からの散乱光信号だけが含まれる。この差信号を2値化回路27aにより2値化することにより異物が検出でき、欠陥分類を行うことができる。

また、上記欠陥分類の手法を用いて、次に説明する、より効率の大きい実施例も実現可能である。即ち、異物の致命性判定を行うことが可能である。以下これを説明する。第14図に示すように、ウェハ上の回路パターンは複数の装置A, B, Cにより順次形成される。本構成をもつ外観検査

製造装置の状態をより的確に把握することが可能になる。

第20図に、外観検査装置を用いて、異物の致命性判定を行う構成を示す。同図において、欠陥判定部40により欠陥を検出し、その座標を欠陥属性記憶部42により記憶する。検出した欠陥部について、欠陥分類部41により欠陥を異物とそれ以外の種類に分類し、欠陥属性記憶部42にその座標と対で記憶する。次に、次工程を経た上記と同一ウェハを検査し、同様に欠陥判定、欠陥分類を行い、欠陥座標、種類を欠陥属性記憶部42に記憶する。前工程で異物と判定された欠陥について、致命性判定部43において、その座標を調べ、次工程で形状欠陥、変色と分類された欠陥を致命性と判定する。

以上いくつかの実施例を説明したが、対象とするウェハの画像を検出し、位置合せすることにより、欠陥判定、欠陥分類を行っている。従って、ウェハ上の回路パターン密度が小さい場所では、位置合せする2枚の画像の間に一方でパターンが

入り、他方に入らないケースが生じ、画像の位置合せが正確にできない場合がある。そこで、パターンのないエリアについて、ダミーパターンを作り込み、検出した画像に必ずパターンが入るようにして位置合せできるようにする。ダミーパターンはいかなる形状であってもよい。このようにして、ウェハを検査、欠陥分類することにより、プロセス・設備の歩留り管理に大きく寄与することができる。

上記実施例ではウェハについて説明したが、TFTや薄膜電気ヘッド等の半導体製品等についても適用可能である。

#### (発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば外観検査装置において検出した欠陥を自動で分類でき、目視による観察が不要となる。また、検出した異物の致命性を判定できる。従って、プロセス・設備の歩留り管理に大きく寄与することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の被検査対象パターンの欠陥検

示した図。第15図は第10図に示す暗視野画像検出とは異なる他の一実施例を示した概略構成図。第14図は本発明に係る被検査対象パターンの欠陥検出装置を半導体製造ラインに適用して致命的欠陥と致命的欠陥でない欠陥とに識別するシステムを示した図。第15図は被検査対象パターンに対する合焦点位置関係を示した図。第16図は各種欠陥における合焦点面のZ位置と差画像の濃淡値との関係を示す図。第17図は各種欠陥における微分の次数と差画像の濃淡値との関係を示す図。第18図は第1図に示す装置における処理の一実施例を示すフロー図。第19図は第18図と異なる処理の一実施例を示すフロー図。第20図は外観検査装置を用いて異物の致命性判定を行う装置の具体的構成を示す図。第21図は欠陥検出と欠陥分類とを別の光学系で行う一実施例を示した概略構成図。第22図は被検査対象パターンに存在する各種の欠陥を示した図。第25図は従来技術の被検査対象パターンの欠陥検出装置の一例を示した図。第24図は従来技術の被検査対象パターンの欠陥検出装置の他

出装置の一実施例を示す全体構成図。第2図は第1図に示す装置において調整するウェハ上のチップ内部の位置の回路パターンを比較する状態を示す図。第3図は第1図に示す装置において得られる検出画像、記憶画像、位置合せ画像、差画像及び2値画像を示す図。第4図は第1図に示す装置において $Z = Z_1$ での欠陥部の画像、良品部の画像、これら位置合せされた差画像及び該差画像の横淡度形を示す図。第5図は第1図に示す欠陥分類回路により欠陥の種類の判別を行うフローを示す図。第6図は第1図に示す微分回路によって行なわれる画像微分を示す図。第7図は第1図に示す2次微分回路の具体的構成を示す図。第8図は第1図とは異なる多重焦点画像検出の一実施例を示す図。第9図は第8図に示す一実施例を適用した全体構成を示す図。第10図は第1図と異なり、光学的手法により変色欠陥を判別する一実施例を示す図。第11図は第10図に示す一実施例を適用した全体構成を示す図。第12図は各種欠陥における明視野照明及び暗視野照明と差画像の濃淡値との関係を

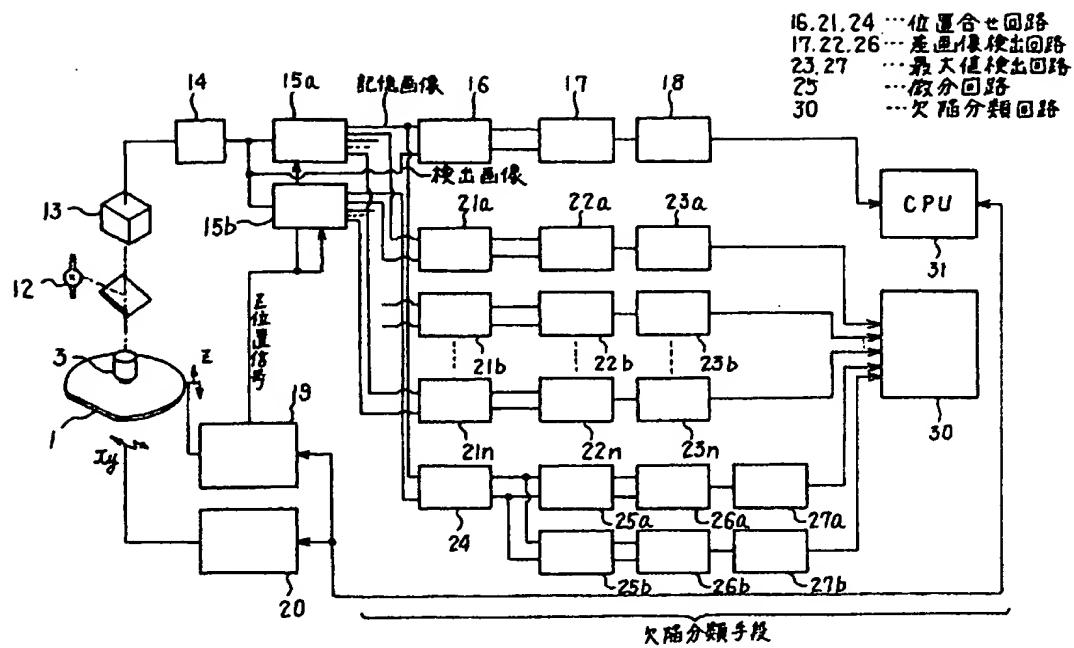
の一例を示した図である。

1 … ウエハ	15 … TFT カメラ
15 … 画像メモリ	
16, 21, 24 … 位置合せ回路	
17, 22, 26 … 差画像検出回路	
25, 27 … 最大値検出回路	
25 … 微分回路	50 … 欠陥分類回路



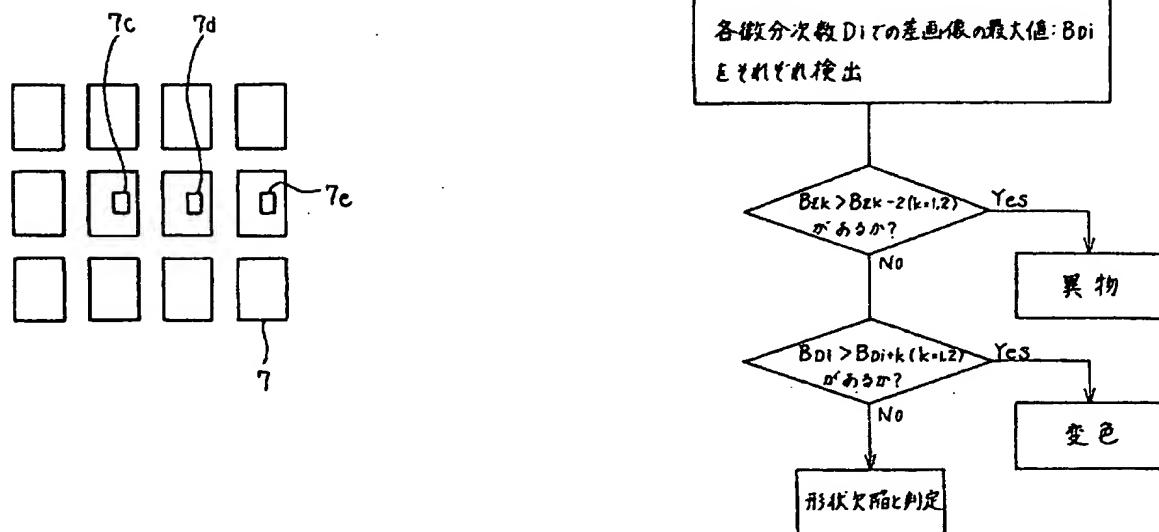
代理人弁理士 小川勝男

第1図

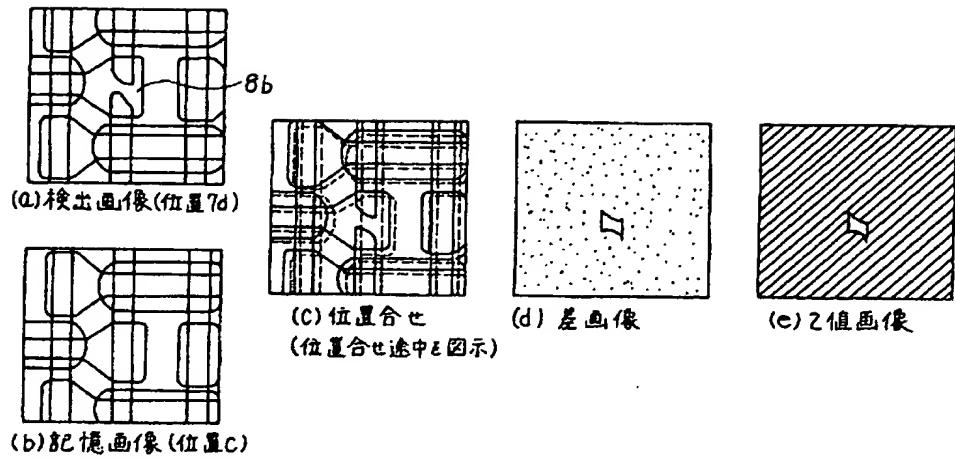


第5図

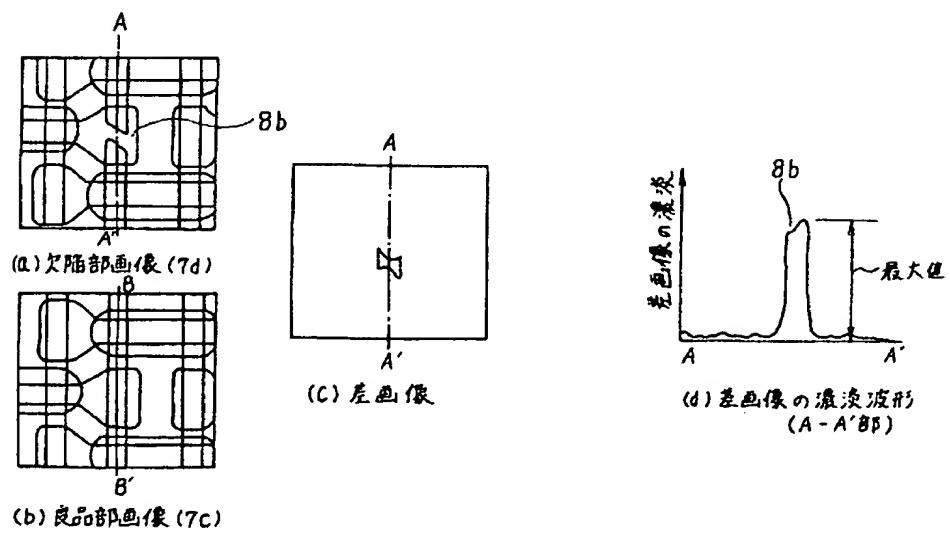
第2図



第3図

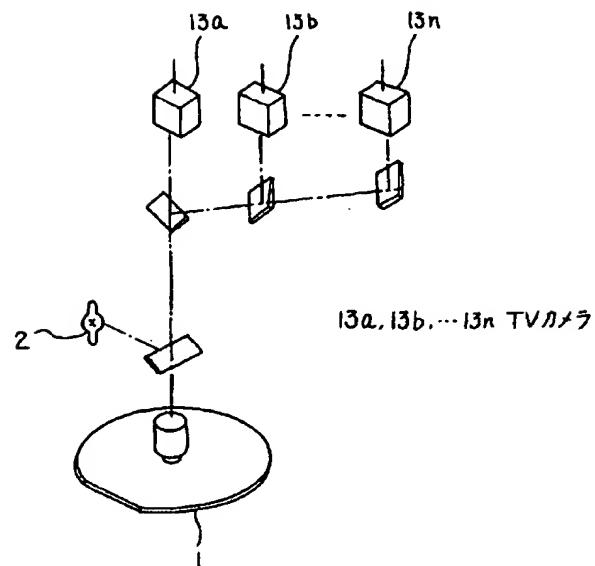
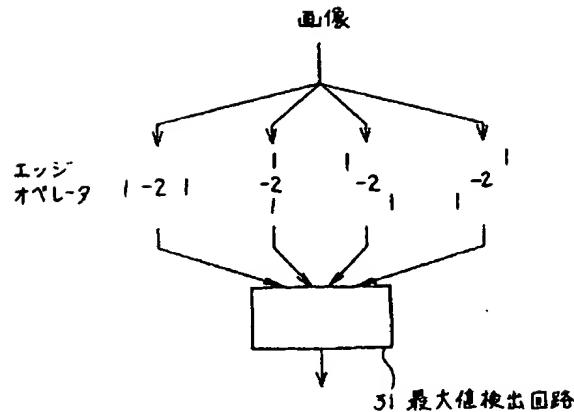


第4図



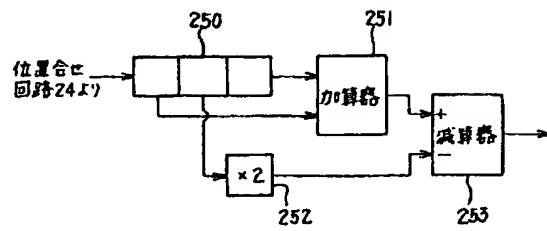
第8図

第6図

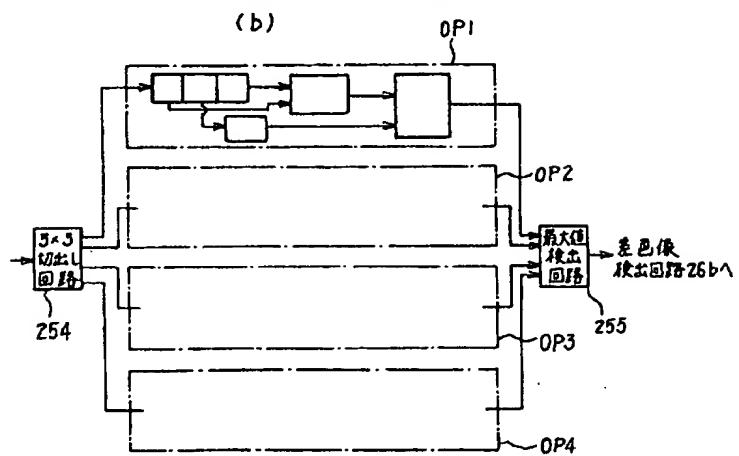


第7図

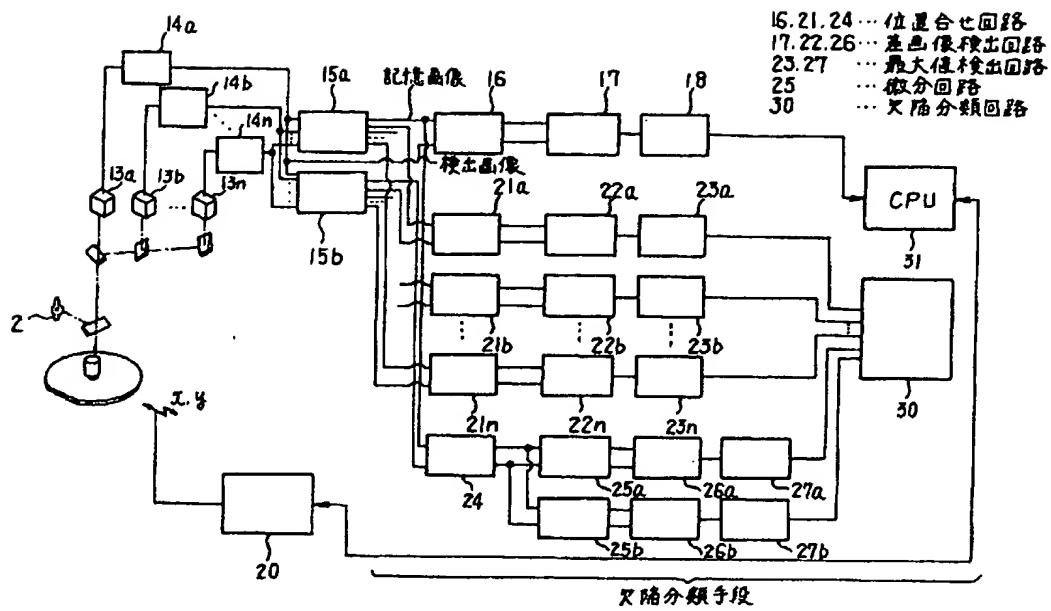
(a)



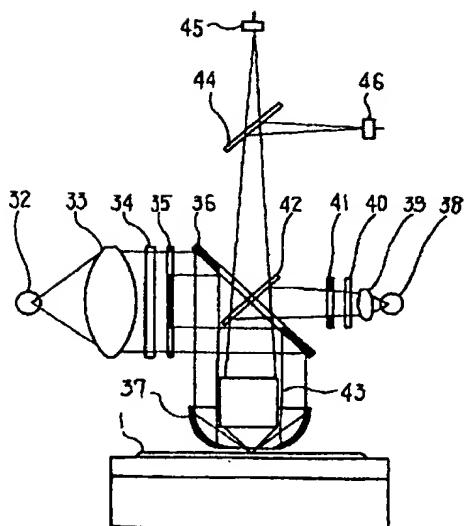
(b)



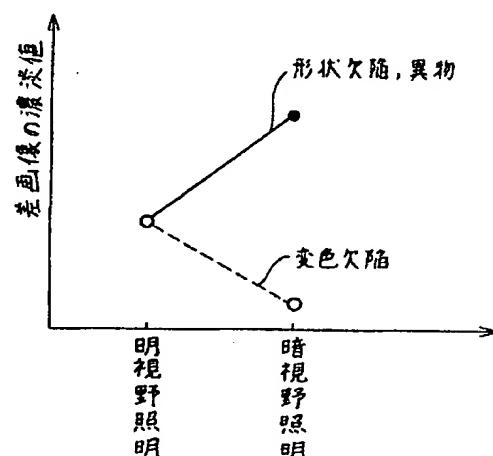
第9図



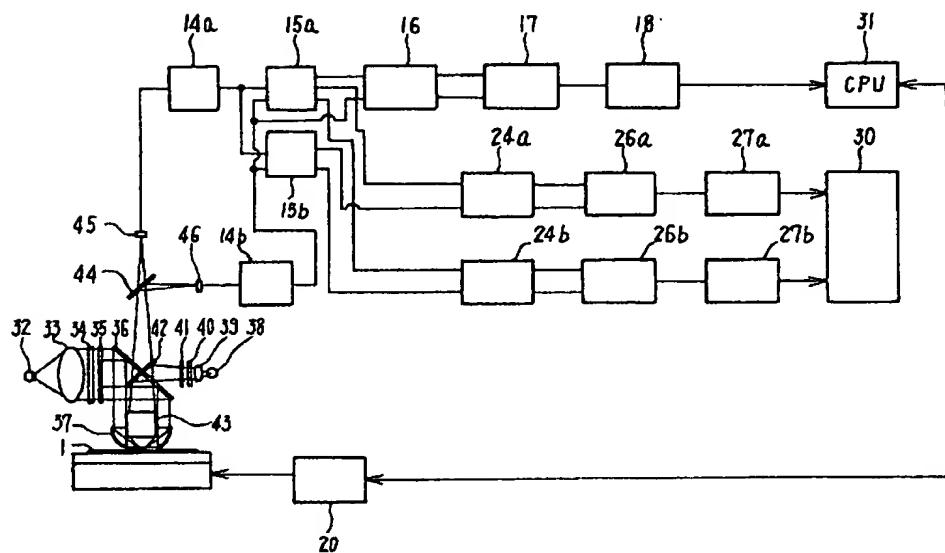
第10図



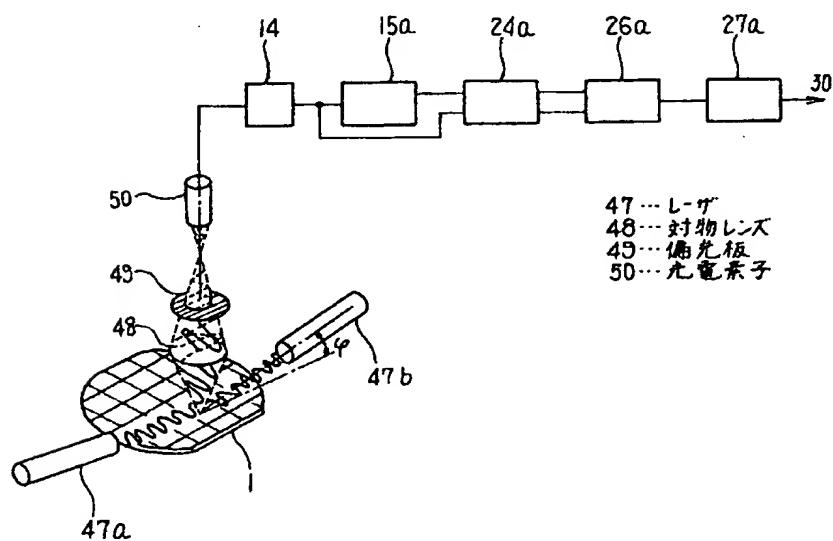
第12図



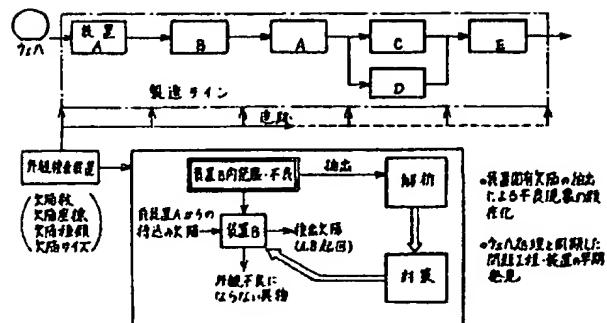
第11図



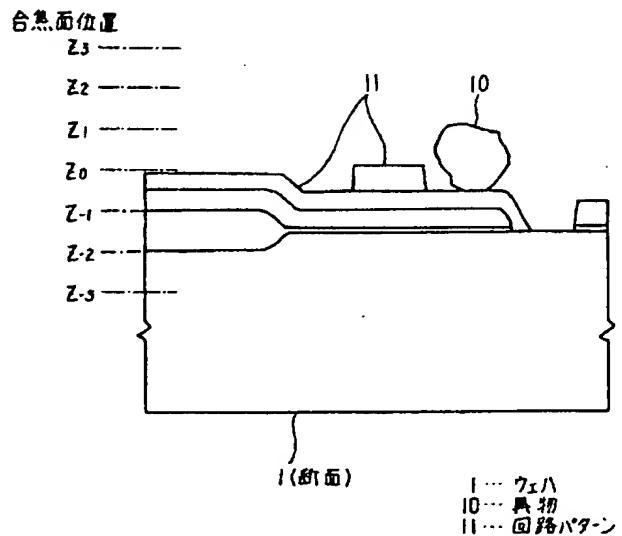
第13図



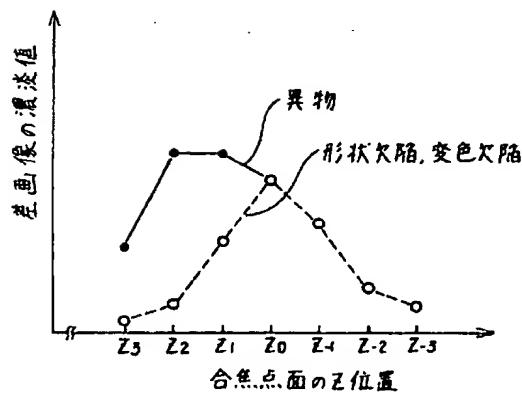
第14回



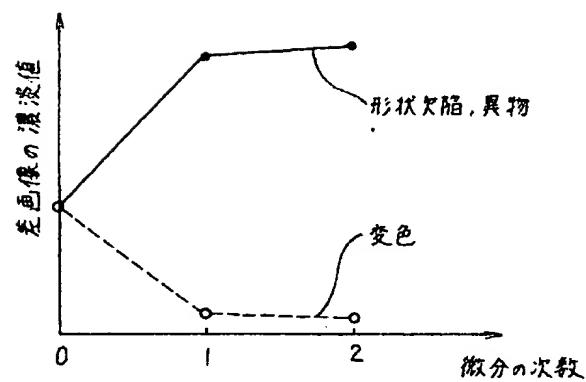
第15回



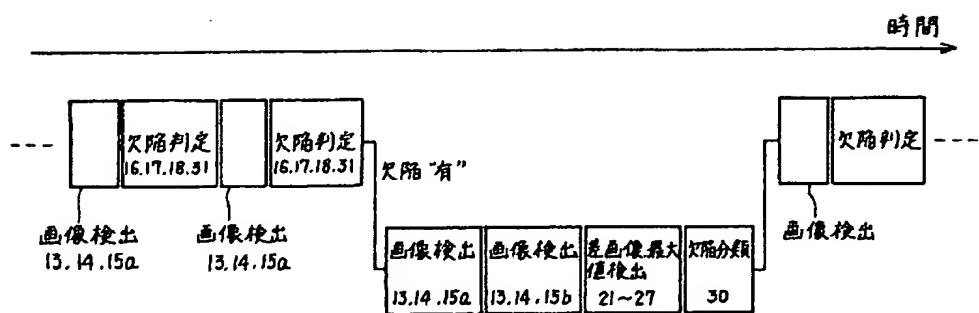
第16回



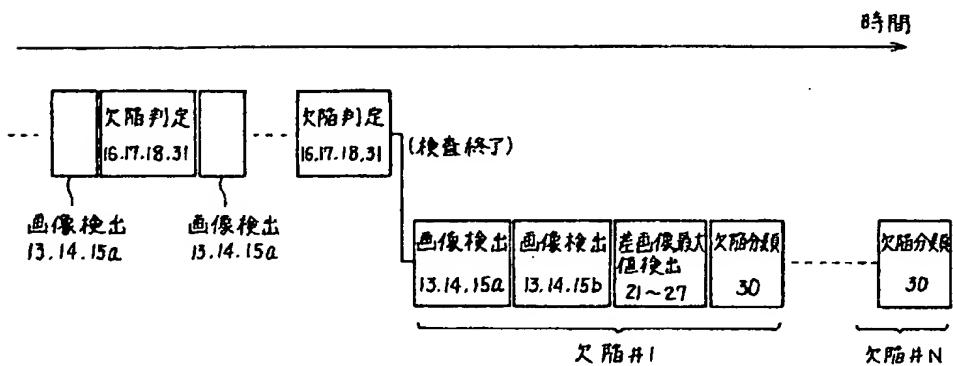
第17回



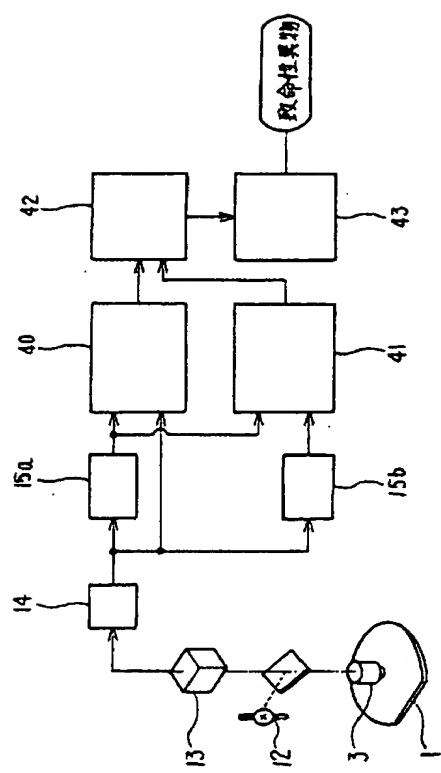
第18圖



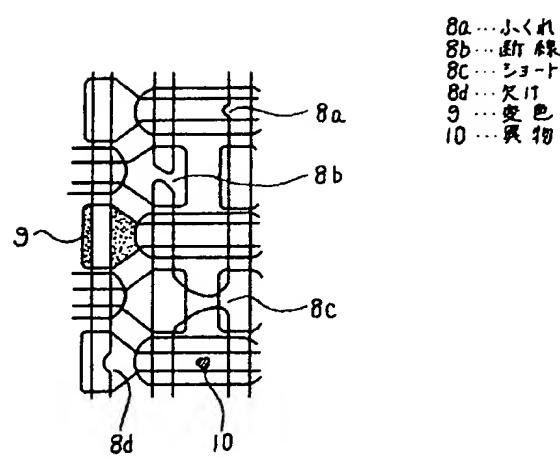
第19圖



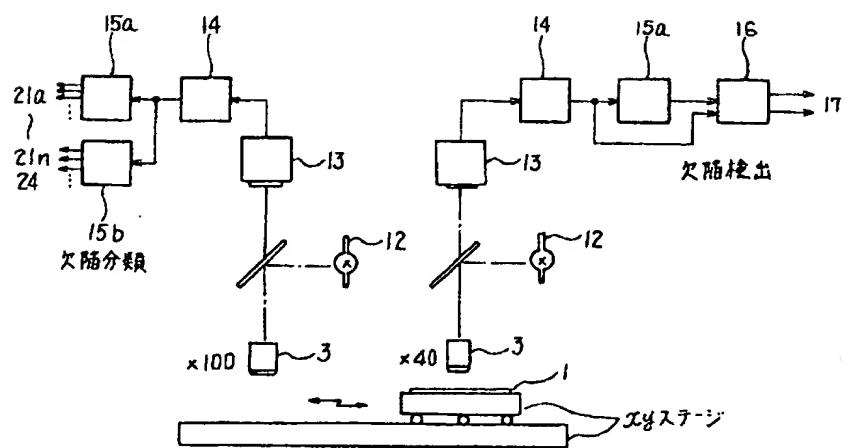
第20図



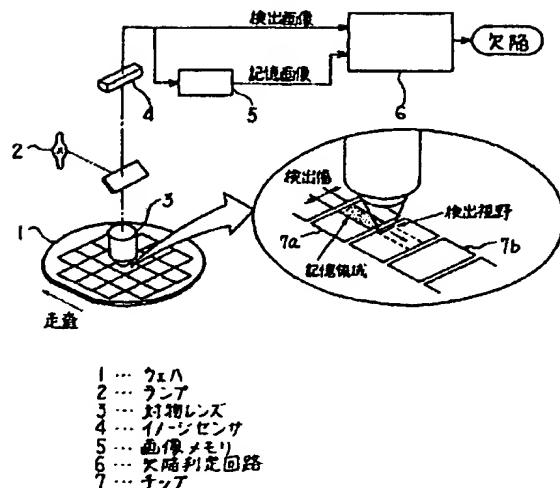
第22図



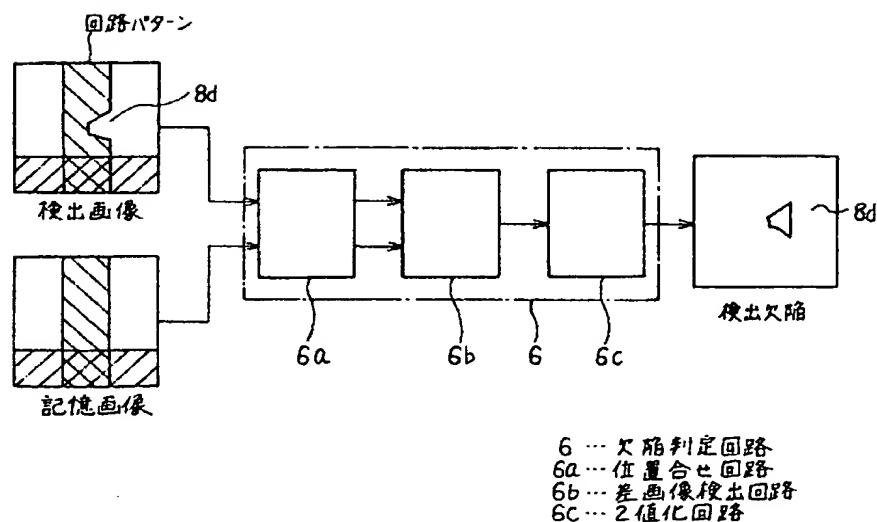
第21図



第23図



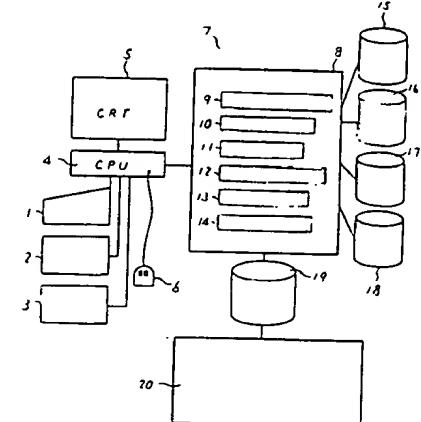
第24図



(54) GRAPHIC PROCESSING SYSTEM  
 (11) 2-170278 (A) (43) 2.7.1990 (19) JP  
 (21) Appl. No. 63-323361 (22) 23.12.1988  
 (71) TOSHIBA CORP (72) YOSHIKO OGAWA  
 (51) Int. Cl<sup>s</sup>. G06F15/62

**PURPOSE:** To transform the input into the common information and to improve the operability in a graphic processing system by deciding an instruction input means via an input means deciding means and converting the input into the character information via an information conversion means in the case the input is equal to the coordinate information.

**CONSTITUTION:** The instructions received via the 1st-3rd instruction input means 1-3 undergo the decision of their input systems via an input means deciding means 9. Then the coordinate information is inputted in the case the result of decision shows the on-screen menu selection input and the on-screen tablet selection input. In other words, the instructions are inputted in this case by selecting an on-screen tablet menu displayed on a display device 5 via an instruction device 6. Thus the coordinate information is obtained and then converted into the character information via an information conversion means 10 by reference to an on-screen menu table 15 and an on-screen tablet table 16. The character information is stored in a command store table 17 via an instruction store means 11. As a result, an optional input system can be adopted on an optional hierarchy and the limitation for an input system is eliminated.



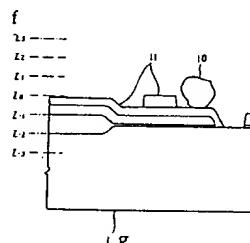
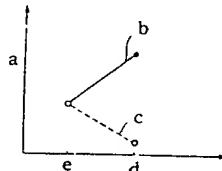
1: keyboard input. 2: on-screen menu selector. 3: on-screen tablet selector. 7: command compiler. 12: store state deciding means. 13: instruction analyzing means. 14: instruction store means. 18: command syntax table. 19: analyzing result store table. 20: command execution module

(54) METHOD AND DEVICE FOR DETECTING DEFECT OF PATTERN TO BE CHECKED

(11) 2-170279 (A) (43) 2.7.1990 (19) JP  
 (21) Appl. No. 63-323276 (22) 23.12.1988  
 (71) HITACHI LTD (72) SHUNJI MAEDA(1)  
 (51) Int. Cl<sup>s</sup>. G06F15/62, G01B11/24, G01N21/88, H01L21/66

**PURPOSE:** To automatically detect the defects of a pattern to be checked by photographing a multi-focus picture of the pattern and comparing the multi-focus picture signal with a standard pattern signal to check the defects of the pattern to be checked.

**CONSTITUTION:** The pictures are detected to a circuit pattern (pattern to be checked) 11 of a wafer 1, etc., at plural points...Z<sub>3</sub>, Z<sub>2</sub>...Z<sub>-3</sub>...which are distant vertically from a focused surface position Z<sub>0</sub> in the direction Z. Therefore the picture detected at the position Z<sub>0</sub> is focused on the pattern 11; while the pictures detected at the points Z<sub>1</sub>-Z<sub>3</sub> are not focused on the pattern 11. Thus the image of the pattern 11 is blurred. While a foreign matter 10 shows the dust, etc., attached onto the pattern 11 and therefore an in-focus state is secured up to the point Z<sub>1</sub> or so in addition to the point Z<sub>0</sub>. Thus the image of the matter 10 is clear. In other words, the matter 10 has the clearly different waveforms in terms of the form defect and the discoloration in the case the Z position of the focused surface is set on a horizontal axis with the gradation value of a difference picture between the defective and nondefective parts set on a vertical axis respectively. Thus the matter 10 is discriminated.

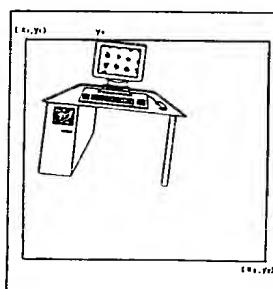
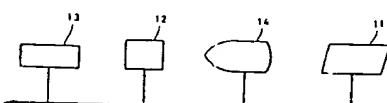


a: gradation value of difference picture. b: form defect. foreign matter. c: discoloration defect. d: dark viewfield illumination. e: bright viewfield illumination. f: focused surface position. g: section

(54) DOCUMENT INCLINATION CORRECTOR  
 (11) 2-170280 (A) (43) 2.7.1990 (19) JP  
 (21) Appl. No. 63-324864 (22) 22.12.1988  
 (71) FUJI XEROX CO LTD (72) TOSHIKI SAITO  
 (51) Int. Cl<sup>s</sup>. G06F15/64, G06K9/32, H04N1/387

**PURPOSE:** To easily correct the inclination of a document even for an original in which horizontal writing and vertical writing coexist according to the inclination angle of the original by obtaining the inclination angle of the original according to the area of each rectangular area in a binary picture when the binary picture is rotated at a prescribed angle.

**CONSTITUTION:** An inclination correcting part 13 successively scans a raster in a left direction from the final vertical line in the right part of the binary picture stored in a picture memory 12, obtains an X coordinate value x<sub>2</sub> of a line which is detected first out of lines to contain black picture elements, further successively scans the raster in an upward direction from the final horizontal line in the lower part of the binary picture, obtains a Y coordinate value y<sub>2</sub> of a line which is detected first out of lines containing the black picture elements, and determines one point composed of an X-Y coordinate value (x<sub>2</sub>, y<sub>2</sub>). Further, the part 13 obtains an area S (D) of the rectangular area composed of two points having X-Y coordinate values (x<sub>1</sub>, y<sub>1</sub>) and (x<sub>2</sub>, y<sub>2</sub>). Thus, the inclination of the document can be easily corrected even for the document in which the horizontal writing and the vertical writing coexist according to the inclination angle of the original by obtaining the inclination angle of the original according to the area of each rectangular area.



11: picture input device. 14: display device